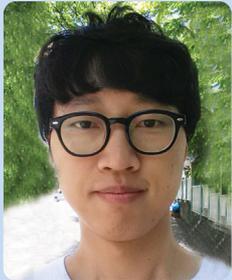


제11회 경암BIO Youth Camp



김영국 조교수
전남대학교
의과대학 생화학교실

RNA 세계

학력 및 경력

- | | |
|-----------|-----------------------------|
| 2000-2004 | 서울대학교 자연과학대학 생명과학부 학사 |
| 2004-2010 | 서울대학교 자연과학대학 생명과학부 박사 |
| 2010-2012 | 서울대학교 자연과학대학 생명과학부 박사후연구원 |
| 2012-2014 | 서울대학교 기초과학연구원 RNA연구단 박사후연구원 |
| 2014-현재 | 전남대학교 의과대학 생화학교실 조교수 |

RNA 세계

RNA는 유전자 발현과 조절을 비롯한 다양한 생명 현상에서 중요한 역할을 하는 고분자 유전 물질이다. 2000년대에 접어들면서 생물학 분야에서는, 이전까지 알려지지 않았던 RNA의 중요성이 크게 부각되었다. 세포 내의 RNA가 가지는 새로운 기능이 발견되고, RNA를 이용한 연구 기법도 많이 개발되었다. 하지만 고등학교 생물학 책에서는, RNA의 중요성이 거의 다루어지지 않고 있고, RNA가 제대로 정의되어 있지 않은 책들도 많다. 본 강의에서는, 고등학교에서는 배우지 않지만 RNA와 밀접한 관련이 있는 재미있는 네 가지 최신 주제를 소개하려고 한다. 이 강의를 통해 RNA 연구의 최신 동향을 이해하고, 학생들이 RNA 연구에 관심을 가지는 시간이 되었으면 한다.

● RNA 바이러스

다음 질병들의 공통점은 무엇일까? 요즘 우리나라의 많은 사람들이 고통을 겪고 있는 메르스(MERS), 즉 중동호흡기증후군. ‘살인진드기’에 물리면 감염되는 질병인 중증열성혈소판감소증후군(SFTS). 몇 년 전 세계적으로 많은 사람들의 목숨을 잃게 한 중증급성호흡기증후군, 즉 사스(SARS). 매년 많은 사람에게 전염되는 인플루엔자 독감. 아프리카 지역에서 큰 문제가 되고 있는 에볼라. 이들 모든 질병들의 공통점은 바로 RNA 바이러스에 의해 일어나는 전염병이라는 것이다.

모든 생명체는 세포로 이루어져있고, 세포의 유전물질은 DNA로 구성된다. 이와 대조적으로 바이러스는 세포로 이루어져 있지 않고, 유전물질로 DNA 뿐만 아니라 RNA를 사용하기도 한다. RNA 바이러스는 유전물질로 RNA를 가지고 있는 바이러스인데, 위의 예에서 제시한 바이러스뿐만 아니라, 우리가 흔히 걸리는 감기도 RNA 바이러스에 의해 주로 일어난다. 감기를 예방하기 위한 백신은 개발하기가 어려우며, 독감을 예방하는 백신 주사도 매년 새로 맞아야 한다. 그리고 메르스나 사스의 예에서와 같이, RNA 바이러스가 새로운 질병을 끊임없이 일으킨다. 이러한 문제들은 공통적으로 RNA 바이러스가 RNA를 유전물질로 사용하기 때문에 나타난다. DNA는 복제되는 과정에서, 혹시 오류가 발생하면 이를 수선하는 과정이 존재한다. 하지만 RNA는 복제 과정에서 오류가 발생하더라도 이를 수리하는 과정이 존재하지 않는다. 따라서 RNA를 유전물질로 사용하는 RNA 바이러스는, 세대를 거듭하면서 끊임없이 돌연변이가 만들어진다. 이로 인해 새로운 RNA 바이러스가 나타나고, 기존의 백신은 새로운 바이러스에 대해서는 작동하지 않기 때문에 백신 개발이 어려운 것이다.

메르스, 사스, 에볼라, 인플루엔자 등의 예에서와 같이, RNA 바이러스는 인류를 끊임없이 괴롭혀왔다. 이들이 유전물질로 가지고 있는 RNA의 특성을 볼 때, 앞으로도 인류의 생명은 계속 위협받을 것이다. 이들 바이러스를 퇴치하기 위해 많은 연구가 필요한 시점이다.

● 생명의 RNA 기원

생물학을 공부하는 사람들이라면 최초의 생명체가 어떤 형태였는지에 대한 의문을 한 번 짚은 품을 것이다. 현대 생물학에서는 생명체들의 공통 조상을 분석하기 위해, 현존하는 생명체들의 DNA 서열 정보를 분석하는 방법을 사용한다. 이를 통해 현존하는 모든 생명체들은 태고의 어떤 단세포 생물로부터 진화되었다는 사실을 알았다. 하지만 최초의 단세포는 어떻게 만들어진 것일까?

세포 내의 DNA는 단백질의 도움을 통해 복제할 수 있고, 단백질은 DNA의 유전정보를 바탕으로 만들어진다. 다시 말해서 DNA는 정보를 담고 있는 물질이고 단백질은 다양한 기능을 수행하는 물질이다. 하지만 DNA 스스로는 아무런 기능을 할 수 없고, 단백질은 유전 정보를 가지고 있지 않다. 즉 DNA와 단백질은 서로를 필요로 하는 물질로, 어느 것이 먼저 만들어졌는지에 대해서는 답하기가 쉽지 않다. 하지만 세포 내에서, 정보를 저장하는 DNA 역할과 여러 기능을 수행하는 단백질의 역할을 동시에 수행할 수 있는 물질이 바로 RNA이다. 이러한 RNA의 특성으로 인해, 초기 생명의 탄생에서 RNA가 중요한 역할을 했으리라 예상하고 있다.

초기에 RNA가 탄생한 이후, RNA가 가지고 있는 정보 전달 역할은 DNA에게 넘겨주고, 다양한 기능을 수행하는 역할은 단백질에 넘겨주었을 것이라는 가설이 현재 생명의 기원에 대한 가설 중에서는 가장 널리 받아들여지고 있다. RNA는 다양한 환경에서 만들어질 수 있다는 연구가 계속 보고되고 있는데, 원시 대기 환경을 모방한 조건에서 RNA가 만들어질 뿐만 아니라, 우주 공간을 떠다니다 지구에 떨어진 운석에서도 RNA가 발견되었다. 특히 우주 공간의 운석 표면을 모방한 조건에서 RNA가 실제로 생성되는 사실도 알려지면서, 생명이 기본 물질이 지구가 아닌 우주의 다른 곳에서 왔을 것이라는 가설도 제기되고 있다. 이러한 연구들을 통해 우리들의 기원을 찾을 수 있을 뿐만 아니라, 우주에 존재할 수 있는 다른 생명체를 찾는 연구들에 중요한 실마리를 제공해 줄 것이다.

● RNA를 통한 생명체 발생 조절

사람의 발생 과정은 아버지와 어머니로부터 물려받은 유전물질이 하나의 세포로 통합되는 시점으로부터 시작한다. 초기의 하나의 수정란 세포는 수많은 분열 과정을 거치면서, 몸을 구성하는 다양한 종류의 세포로 분화된다. 성인이 되면서 수십 조 개의 세포로 분열하는 과정을 거치면서 이들 세포는 뇌 세포, 근육 세포, 신경 세포, 혈액 세포, 생식 세포 등 여러 종류의 세포로 분화하지만, 모두 동일한 유전정보, 즉 DNA를 유지하면서 분화된다. 동일한 유전정보를 가지고 있는 세포가 분열하면서, 다양한 형태와 기능을 갖는 세포로 분화하는 과정을 밝히는 것은 생명 과학의 궁극적인 목표 중 하나라고 할 수 있다.

한 사람의 모든 세포가 동일한 DNA를 가지고 있지만, 실제 세포의 기능을 담당하는 단백질은 세포마다 상당히 다르다. 단백질이 만들어지기 위해서는 DNA의 서열로부터 만들어지는 RNA 정보가 필요하다. 그러므로 특정 RNA가 세포 내에 존재하는지의 여부가 단백질이 만들어지는지를 결정하는데 결정적인 역할을 한다. 세포에 따라 특정 종류의 RNA를 만들지의 여부를 결정하거나, 이미 만들어진 RNA를 분해시킬지, 혹은 RNA로부터 단백질이 만들어지는 과정을 조절할 지를 결정하는 등의 다양한 과정

이 존재한다. 특히 최근에 알려진 마이크로RNA는 모든 동물의 세포에서 RNA의 정보를 이용하여 단백질이 만들어지는 과정을 중간에서 조절하는 물질로 확인이 되었고, 현재 많은 연구가 이루어지고 있다.

마이크로RNA는 길이가 짧은 RNA로, 단백질로 정보를 전달하는 전령 RNA(messenger RNA)를 분해시키는 역할을 한다. 마이크로RNA는 생체 내의 다양한 과정을 조절하기 때문에, 마이크로RNA가 제대로 작동하지 않으면 다양한 질환이 생기고 생명체가 정상적으로 발생되지 않는다. 마이크로RNA 뿐만 아니라, RNA 단계에서 유전자 조절이 이루어지는 다양한 과정이 계속해서 알려지고 있다. 앞으로 RNA가 가지고 있는 새로운 기능들이 더 밝혀진다면, 이는 생명체 발생의 신비를 풀 수 있는 중요한 실마리가 될 것이다.

● RNA를 이용한 유전자 조작

1997년에 개봉된 영화 ‘가타카’에서는, 새로 태어날 아기의 성별을 결정하는 것은 물론이고 모든 질병 유전자를 제거한 ‘완벽한’ 아기를 탄생시키는 장면이 나온다. 이처럼 20년도 채 되지 않은 과거에는 영화에서나 상상했을 법한 장면이, 지금은 충분히 실현 가능한 일이 되었다. 실제로 올해 4월 중국의 과학자가 사람의 배아를 이용하여 유전자 조작 실험을 했다는 것이 알려지면서 많은 논란이 일기도 했다. 이러한 유전자 조작이 가능하게 된 것은, RNA를 이용한 유전자 조작 기술이 새로 발명되었기 때문이다.

원래 이 기술은, 세균이 갖고 있던 면역 체계를 사람이 모방해서 실험 기술로 만든 것이다. 사람이 갖고 있는 면역체계와 유사하게 세균 또한 외부의 바이러스 침입에 대항하기 위한 면역체계를 가지고 있다. 외부에서 바이러스가 침투하여, 바이러스의 DNA가 세균의 세포 안으로 들어오면, 세균은 이 DNA를 제거하기 위해 크리스퍼(CRISPR) RNA라고 하는 작은 RNA를 만들어낸다. 이 RNA는 바이러스의 DNA에 결합할 수 있고, RNA가 결합된 바이러스 DNA는 세균이 가지고 있는 단백질에 의해 잘려버리게 된다. DNA가 잘린 바이러스는 기능을 할 수 없어서 바이러스의 침투는 실패로 끝난다.

과학자들은 세균이 가지고 있는 이러한 체계를 응용하여, 사람의 세포 내에 존재하는 특정 DNA를 자를 수 있는 기법을 개발하였다. 세균은 이 체계를 바이러스 DNA를 자르는데 사용하지만, 과학자들은 동일한 체계를 질병을 일으키는 유전자 DNA를 자르는데 사용한다. 이를 이용하면 질병 유전자를 제거하고, 정상적인 기능을 갖는 유전자 DNA로 치환이 가능하다. 즉 영화 ‘가타카’에서처럼 질병 유전자를 제거하는 것이 가능한 것이다.

이러한 유전자 조작 기술은 유전병 치료에 큰 도움이 되겠지만, 배아 유전자의 조작이라는 윤리적 문제와 유전자 조작이 잘못되었을 경우 더 큰 질병이 발생할 수 있는 위험이 있다. 안전한 유전병 치료를 위해서는 더욱 깊은 연구가 필요하고, 배아 유전자 조작이라는 논란을 해결하기 위해서는 많은 사회적 논의가 필요할 것이다.